

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных

по направлению подготовки

12.03.02 Оптотехника

Направленность (профиль) подготовки :
Оптико-электронные приборы и системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
И.В. Самохвалов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений.

ПК-3 Способность к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

ИОПК 3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

ИПК 3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оплотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования.

ИПК 3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчёта с использованием специализированного программного обеспечения

ИПК 3.3 Разрабатывает проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оптических, оптико-электронных приборов механических блоков, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надёжности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования.

2. Задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются обучение студентов:

- методам построения математических моделей исследуемых объектов и/или процессов,
- методам обработки результатов измерений и основам математической теории планирования экспериментов,
- методам и средствам организации измерений, оценки влияния всех видов ошибок на результаты измерений, эффективным методам обработки данных.

При проведении практических занятий необходимы начальные знания наиболее распространенных компьютерных пакетов для обработки данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Седьмой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Математический анализ», «Теория вероятностей и

математическая статистика», «Метрологии», а также основ построения математических моделей, полученных при изучении дисциплины «Основы информатики».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.

– практические занятия: 52 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Основные понятия и методы математического моделирования

Основные понятия и методы математического моделирования

Тема 2. Построение моделей физических процессов

Построение моделей с помощью закона сохранения энергии, материи. Проверка моделей.

Тема 3. Основная задача статистической обработки измерений

Основная задача обработки измерений. Статистическая обработка измерений. Роль математической модели при обработке измерений. Обоснование предположений о законах распределения ошибок измерений.

Тема 4.

Основные характеристики оценок. Точность оценок и неравенство информации. Интервальное оценивание.

Тема 5. Вычислительные схемы метода наименьших квадратов и метода наименьших модулей.

Нормальные уравнения. Оценка точности полученных решений. Правила назначения весов. Рекуррентные методы обработки измерений. Транзитивность метода наименьших квадратов

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вопрос. Основная задача обработки измерений. Статистическая обработка измерений. Роль математической модели при обработке измерений.
2. Вопрос. Основные характеристики оценок. Точность оценок и неравенство информации.
3. Вопрос. Нормальные уравнения. Оценка точности полученных решений. Правила назначения весов.
4. Вопрос. Вариационно-взвешенные квадратические приближения.

5. Вопрос. Оптимальное планирование для линейных по параметрам модулей.

6. Вопрос. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов.

Примеры задач:

1. Задача. Решение задачи нахождения закона распределения ошибок измерения при $\sigma_0 = \text{const}$ методом неопределенных множителей Лагранжа в условиях максимальной неопределенности.

2. Задача. Решение задачи нахождения несмещенной оценки Θ_n независимых измерений распределенных по нормальному закону со средним значением $\Theta^{1/3}$ и единичной дисперсией.

3. Задача. Решение задачи интервального оценивания.

4. Задача. Обработка на ПЭВМ сети данных измерений методом наименьших квадратов

5. Задача. Обработка на ПЭВМ сети данных измерений методом наименьших модулей

Компетенция	Индикатор компетенции	Критерии оценивания результатов обучения	
		незачет	зачет
ОПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений.	ИОПК 3.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	Выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение получить правильное решение конкретной практической задачи	Студент показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.
	ИОПК 3.2. обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Выявились существенные пробелы в знаниях методов получения экспериментальных данных, неумение получить правильное решение конкретной практической задачи	Студент демонстрирует достаточно прочные знания основных положений проведения экспериментов, умеет правильно оценить полученные результаты
ПК-3. Способность к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем,	ИПК 3.1. Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптоэлектронных устройств, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с	Студент имеет расплывчатые знания о существовании типовых решений, не может их систематизировать, анализировать и	Обучающийся свободно ориентируется в многообразии методов и средств, может найти среди них необходимые для использования при решении той или иной

Компетенция	Индикатор компетенции	Критерии оценивания результатов обучения	
		незачет	зачет
приборов, деталей и узлов оптоэлектроники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.	техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования.	применять	задачи.
	ИПК 3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчёта с использованием специализированного программного обеспечения.	Обучающийся не может проводить анализ стандартов конкретной технологической области и выявлять подходящие для решения конкретных задач	Обучающийся демонстрирует достаточно уверенное знание категорий приемов, может выбрать необходимые и применить к конкретной разработке.
	ИПК 3.3 Разрабатывает проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оптических, оптико-электронных приборов механических блоков, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надёжности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования.	Обучающийся не ориентируется в современных сертифицированных средствах разработки структурных схем решения задач,	Обучающийся демонстрирует уверенные знания сертифицированных программ для разработки поставленных перед ним задач

По дисциплине «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» проведение зачета является обязательным. При этом оценка в соотношении 70/30 распределяется на две составляющие: семестровую и зачетную. (~70% за текущую работу в семестре, а ~30% – за ответы на зачете).

На протяжении всего семестра текущая успеваемость нарастающим итогом, в том числе и результаты контрольных точек.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=32406>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Для стимулирования плановости работы студента в семестре вводится контроль компонент своевременности, который применяется **Ошибка! Источник ссылки не найден.** для студентов, без опозданий, отчитывающихся по предусмотренным элементам контроля.

Текущий контроль изучения дисциплины состоит из следующих видов:

- контроль за усвоением теоретического материала – устный опрос;
- контроль за правильным выполнением работ по практическому материалу.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Калайда В.Т. Планирование эксперимента. Методы обработки результатов эксперимента и основы математической теории планирования эксперимента. Учебное пособие Томск: Из-во Томского университета, 1997.
- Мудров В.И., Кушко В.Л. Методы обработки измерений. Квазиправдоподобные оценки. - М.: Радио и связь, 1983.
- Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. -М.: Наука, 1976.

б) дополнительная литература:

- Лбов Г.С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. – Новосибирск: Наука, 1981.
- Денисов В.И., Попов А.А. Пакет программ оптимального планирования эксперимента М.: Финансы и статистика, 1986.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>;
- Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru>;
- Электронный ресурс American Institute of Physics: <http://scitation.aip.org/>;
- Электронный ресурс American Physical Society: <http://publish.aps.org/>.
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office;
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Калайда Владимир Тимофеевич, д-р техн. наук, проф. кафедра ОЭС и ДЗ.